

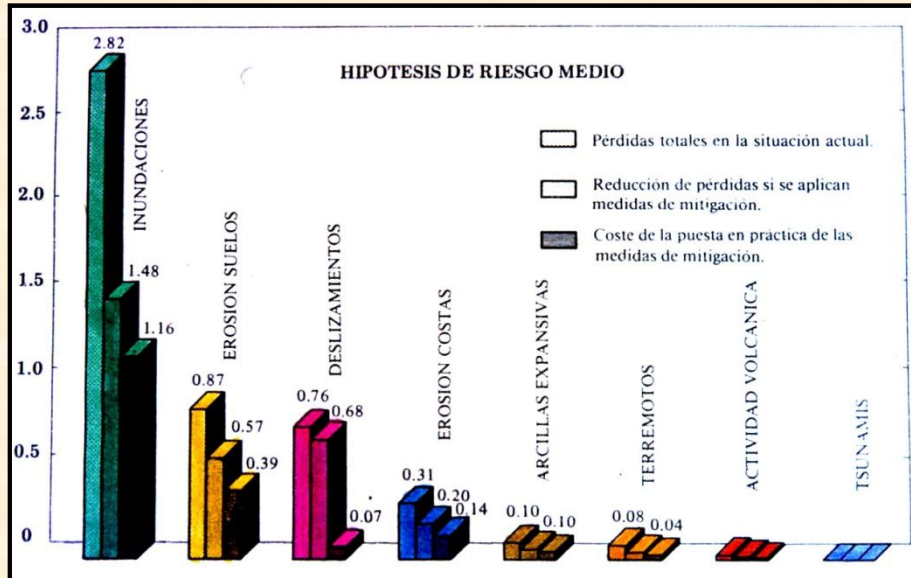
Riesgos: Movimientos Masa 1



Paloma Fernández García
Dpto. Geodinámica. Facultad C.C. Geológicas
Universidad Complutense de Madrid

Evaluación del Riesgo

Los movimientos de ladera son fenómenos de difícil tratamiento estadístico. Como criterio general, se asume que una zona puede reactivarse por causas naturales, una vez al menos cada 500 años (*hipótesis de Riesgo Medio*)



González de Vallejo, 1990

Distribución mayoritaria en áreas de montaña y con cierta actividad sísmica

Copons et al., 2009

Riesgos Naturales de origen Exógeno

- *Inundaciones y crecidas*
- *Erosión de suelos*
- *Movimientos en masa*
- *Erosión de costas*
- *Arcillas expansivas*



Paloma Fernández García

Evaluación del Riesgo

Riesgo Geológico (Risk): Previsión de daños personales y materiales en un determinado territorio y en un plazo de tiempo concreto

Riesgo: Previsión de Daños

$$R = P \times E \times V$$

PELIGROSIDAD: Frecuencia e intensidad del fenómeno

EXPOSICIÓN: Número de personas/Bienes expuestos

VULNERABILIDAD: Nivel de daños esperable

Capacidad de respuesta y recuperación

$$\left. \begin{array}{l} \uparrow P \\ \uparrow E \\ \uparrow V \end{array} \right\} \uparrow R \quad R \downarrow \left\{ \begin{array}{l} \uparrow \text{Capacidad de respuesta} \\ \uparrow \text{Capacidad de recuperación} \end{array} \right.$$

Peligrosidad (hazard): expresa la frecuencia e intensidad con que se repite un determinado fenómeno natural. La intensidad a su vez dependerá de su magnitud y de su velocidad.

En términos estadísticos: expresa la probabilidad de que suceda etc.

Exposición: se refiere a las personas y bienes potencialmente sometidos a un peligro natural, en función de su situación o proximidad

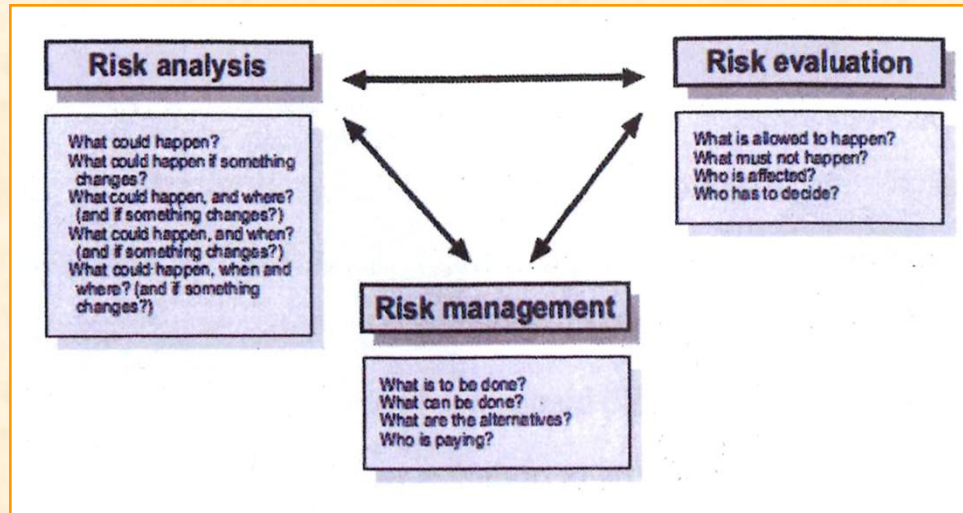
Vulnerabilidad: se define como el nivel de daños esperable dada la intensidad del fenómeno, y valor de los elementos expuestos

Evaluación del Riesgo

- ♣ El análisis de los riesgos es fundamental en la comprensión de los procesos peligrosos
- ♣ Existen vínculos entre diferentes riesgos naturales y el medio físico
- ♣ Sucesos peligrosos que antes producían desastres, ahora producen catástrofes
- ♣ Las consecuencias de los riesgos pueden ser minimizadas

Análisis

Quando, como
y donde se
produce



Evaluación

Alcance y magnitud
del peligro

Gestión

Alternativas, soluciones:

Medidas Estructurales (directas)
Medidas no Estructurales (indirectas)

Medidas no Estructurales (indirectas)

Comprende una serie de medidas enfocadas a la prevención:

Planes de ordenación del territorio; cartografías temáticas (mapas de inventario; susceptibilidad y peligrosidad)

Seguros

Sistemas de vigilancia y alerta

Entrenamiento y educación de la población

Escala del trabajo: regional, media y de detalle

Mejor resultado a medio y largo plazo

Menor coste económico

Medidas Estructurales (aplicadas)

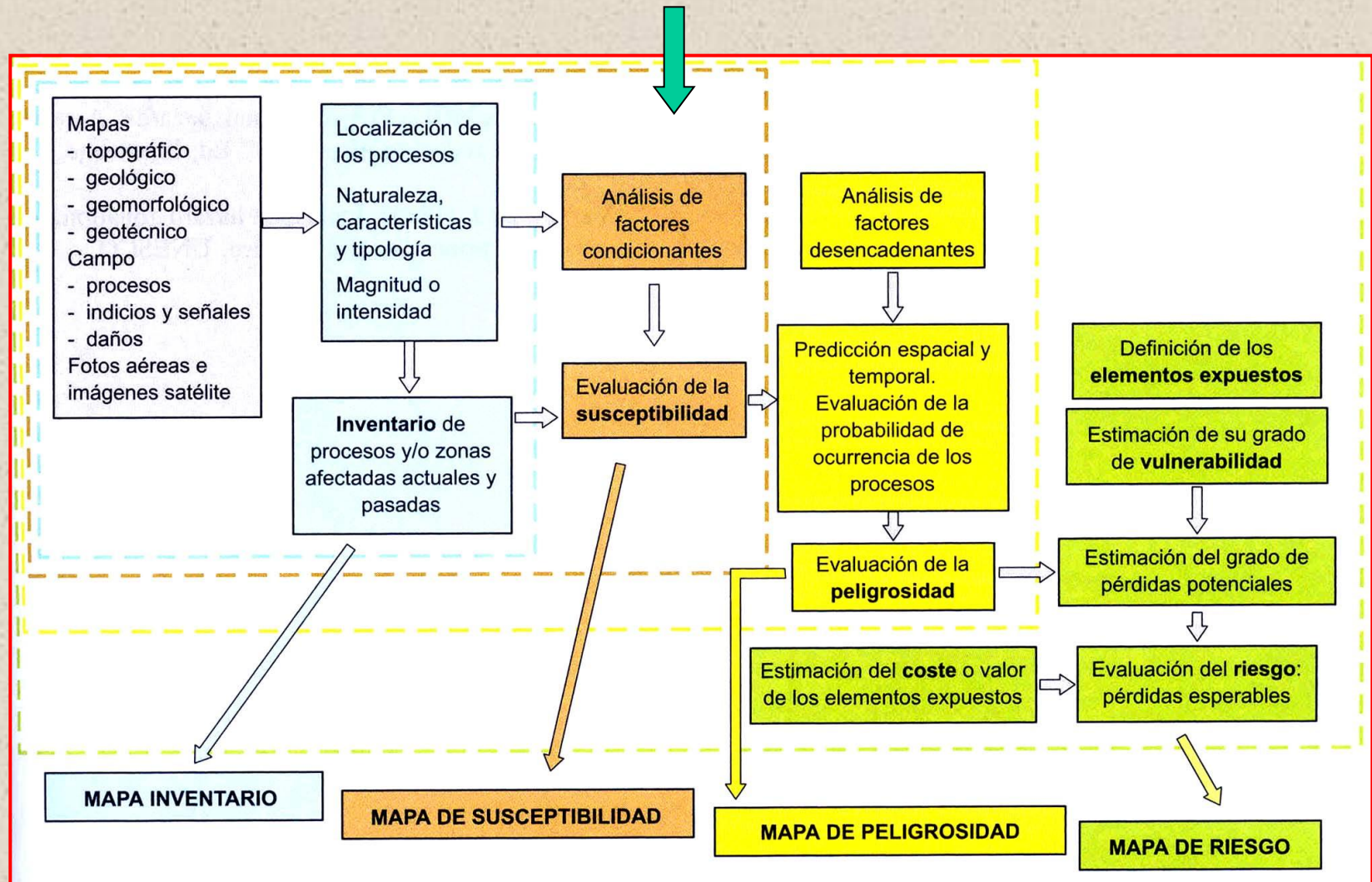
Recursos y aplicaciones técnicas implementadas poco después o durante el suceso

Escala del trabajo: de detalle

Resultado inmediato y a corto plazo. Elevado coste

Aplicación puntual

ESQUEMA DE LA METODOLOGIA PROPUESTA



Pasos seguidos en la elaboración de los mapas de movimientos

Medidas no Estructurales

Susceptibilidad:

Propensión del terreno a presentar (repetir) un determinado movimiento de inestabilidad. Las causas estarían justificadas por la existencia de los “Factores Condicionantes”

Mapas de Susceptibilidad:

Cartografía de unidades de terreno que presentan características favorables para que se produzcan determinados movimientos

Peligrosidad:

Se expresa como grado de severidad (amenaza) de una determinada inestabilidad, o bien, como probabilidad de ocurrencia que suceda un movimiento en un tiempo determinado y un área específica. Las causas estarían justificadas por los “Factores Desencadenantes”

Mapas de Peligrosidad:

Muestran las zonas con distinta probabilidad de ocurrencia, o reactivación de movimientos. Se complementan con el conocimiento temporal (intervalo de tiempo). En ocasiones hay poca distinción con los mapas de susceptibilidad

TIPOS DE MAPAS DE SUSCEPTIBILIDAD

I - Modelos no deterministas (probabilísticos):

Criterios geológicos y geomorfológicos

Tratamientos estadísticos y formulaciones empíricas

**Aplicación: todas las escalas. Requieren tiempo. Gestión de datos.
Conocimiento de la problemática**

1. Mapas Básicos o de partida

Mapas de Inventario; de densidad de los movimientos y de grado de actividad

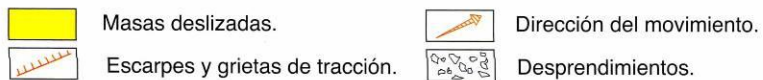
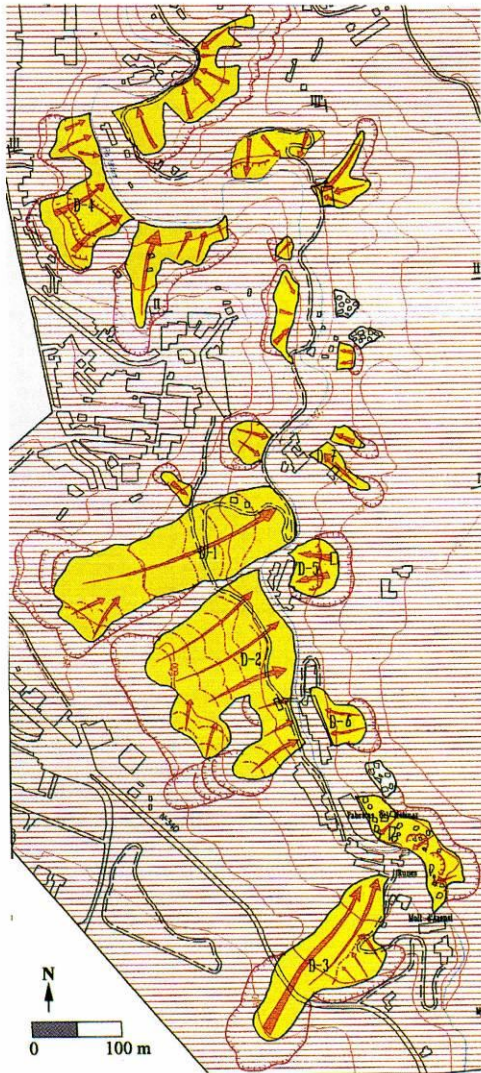
2. Mapas Complementarios

Mapas Geológicos; geomorfológicos; de fracturas etc.

3. Mapas de Análisis cualitativo (pesos)

4. Modelos basados en el Análisis Bivariante - Multivariante (Matriz)

Medidas no Estructurales



Mapas de Inventario

Localización espacial de los movimientos

Hace posible cuantificar sus medidas (tamaño, volumen etc)

Escalas medias y de detalle

Paloma Fernández García

Medidas no Estructurales

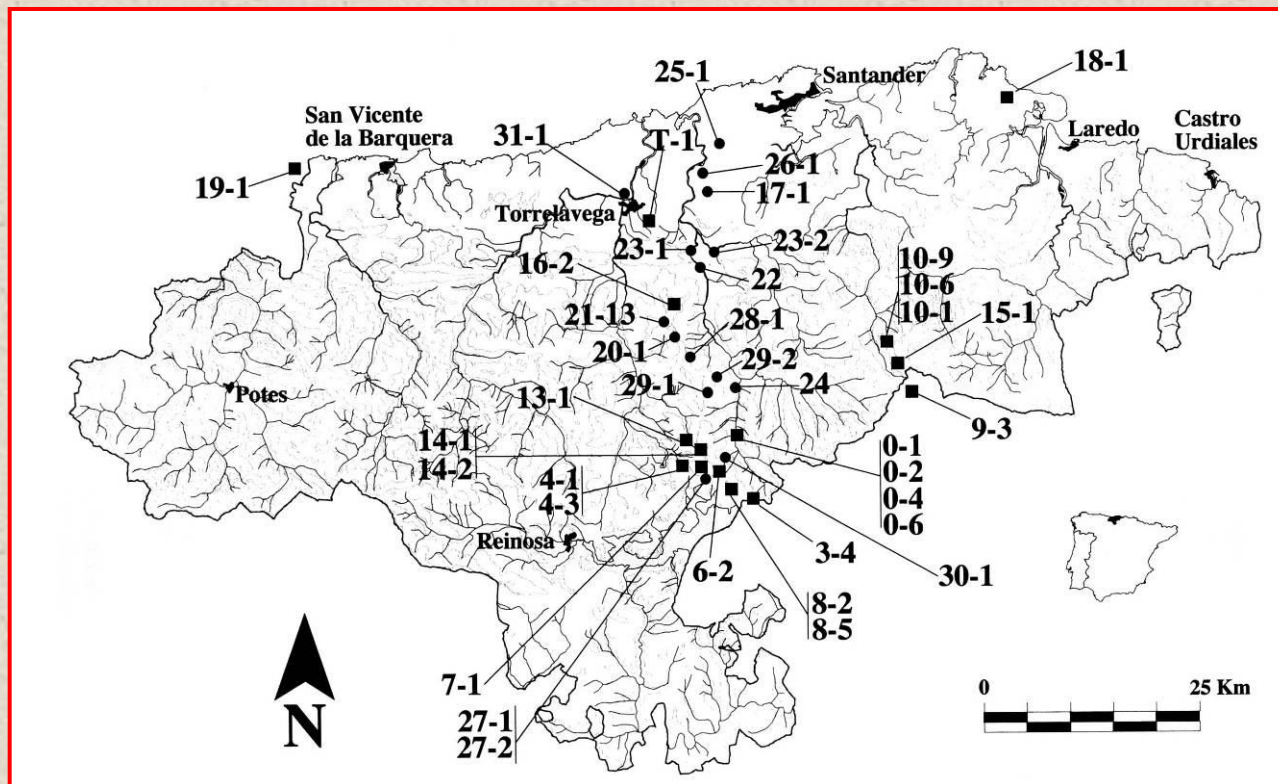
Mapas de densidad de movimientos

Constituye una reclasificación del mapa de inventario inicial.

Conforman otro de los mapas temáticos de entrada.

Expresión numérica, en porcentajes, por unidades de terreno, etc

Escalas regional y medias.



Análisis de la actividad

Consideran la “vigencia” del movimiento y su posible reactivación. A escala temporal (fotos aéreas de distintos años)

Estado de la actividad:

1. Activo

2. Suspendido

3. Reactivado

Inactivo: 4. Dormido

5. Abandonado

6. Estabilizado

7. Relicto

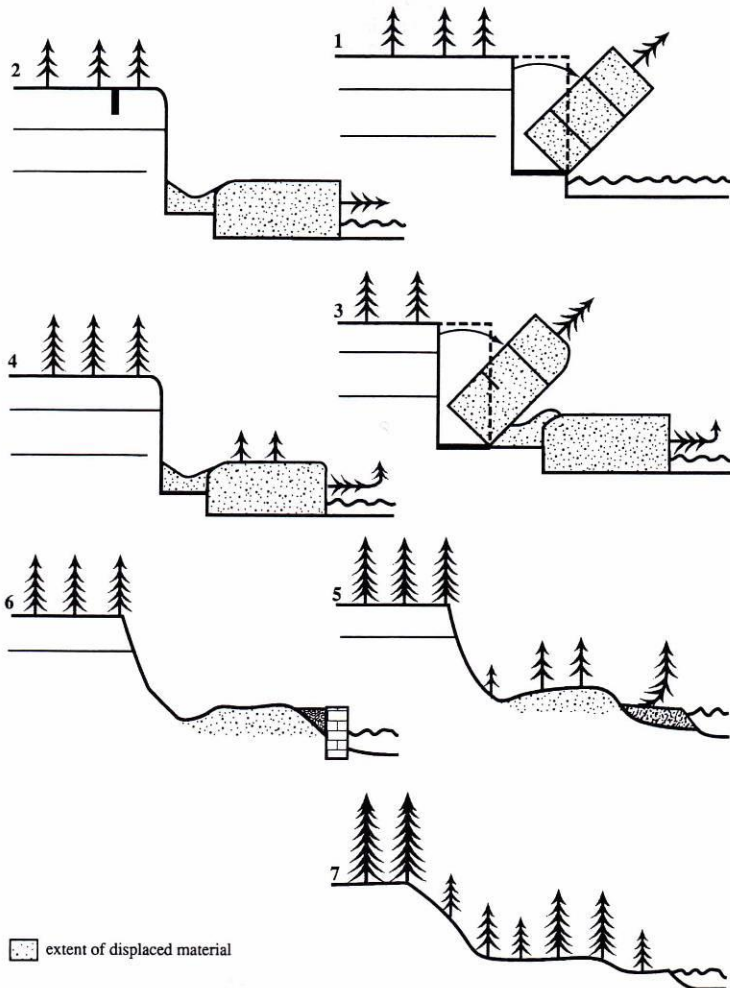


FIGURE A2.3 States of activity of landslides



Alzira, Valencia

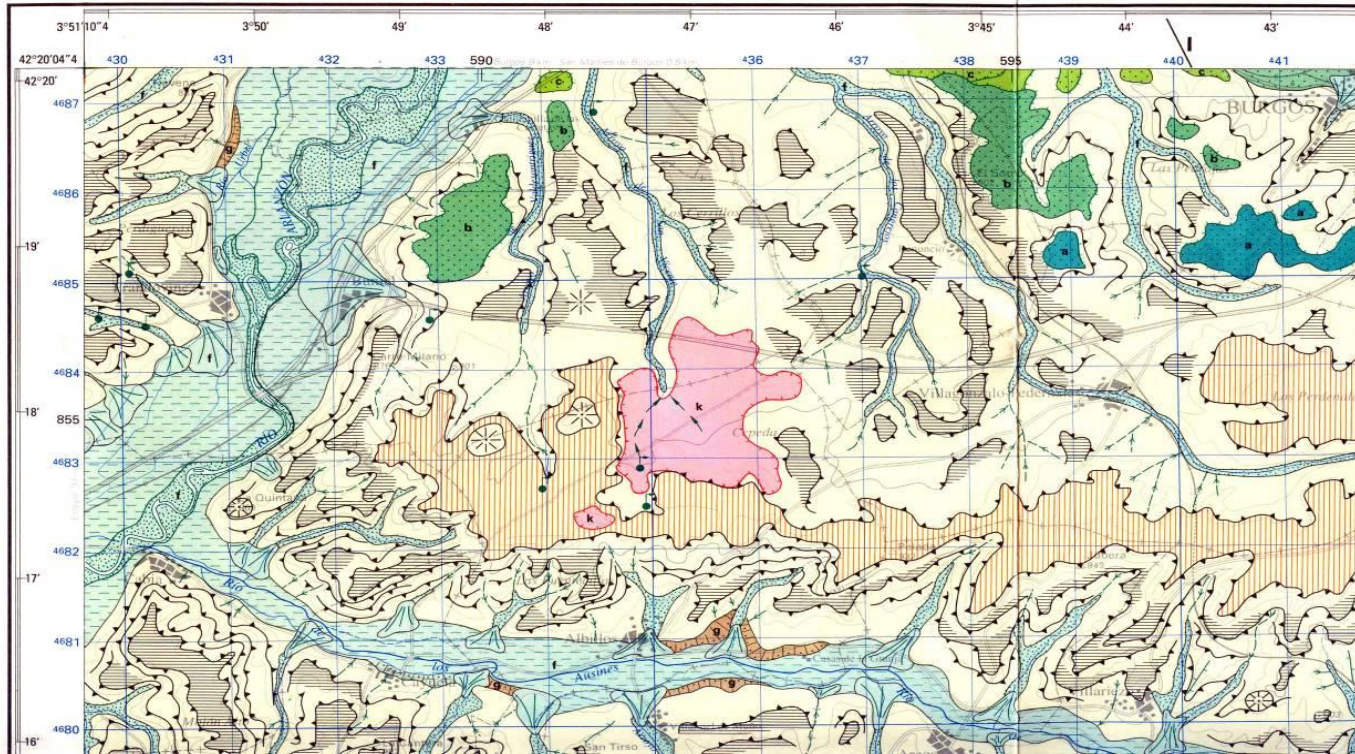
Paloma Fernández García

Medidas no Estructurales

- Utilización de otras Cartografías específicas:
- El Mapa Geológico a escala 1 / 50.000, serie MAGNA proporciona información sobre los materiales y sus propiedades geotécnicas
- El Mapa Geomorfológico donde el contexto geomorfológico actúa de soporte básico a la hora de interpretar el inventario de movimientos de ladera

MAPA GEOMORFOLOGICO

Escala 1:50.000



Paloma Fernández García

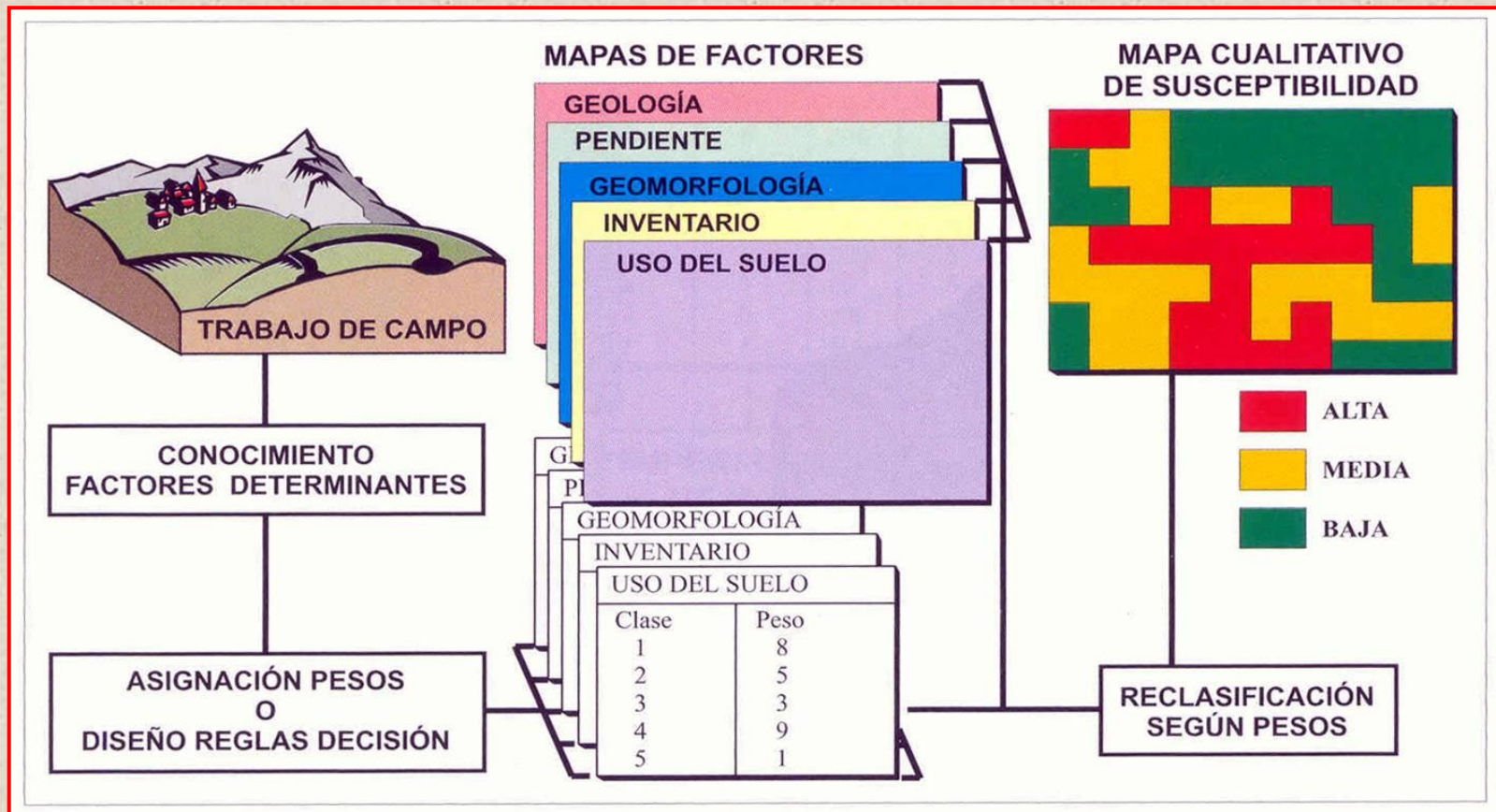
Medidas no Estructurales

Mapa de Susceptibilidad o de “pesos”

A cada clase de factor condicionante, o combinación de los mismos, se le asigna un valor o “peso”, de índole cuantitativo.

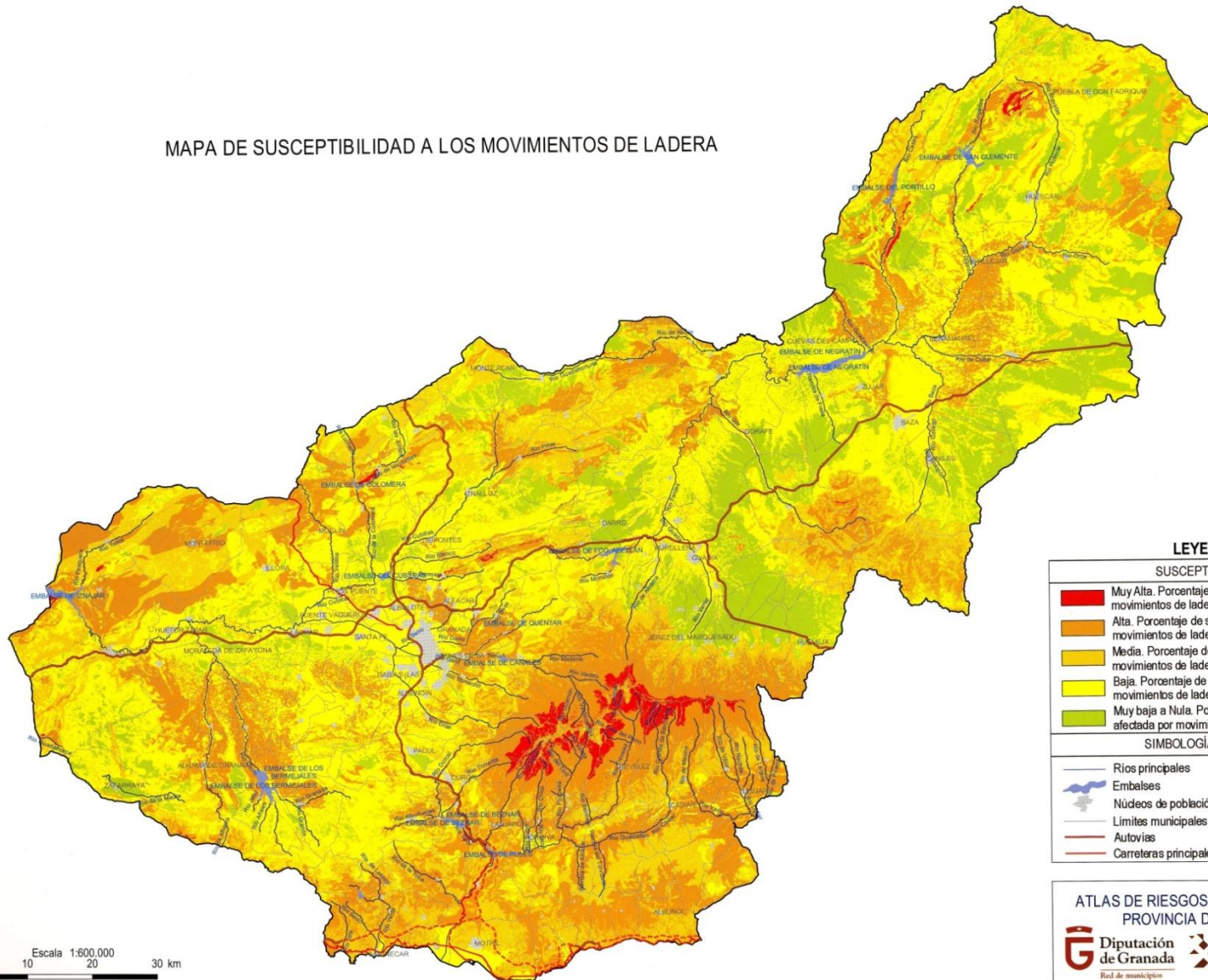
La asignación del valor se hace subjetivamente, pero la combinación de varios mapas hace que se gane objetividad.

Utilización a cualquier escala.



Medidas no Estructurales

MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS DE LADERA



LEYENDA

SUSCEPTIBILIDAD

- Muy Alta. Porcentaje de superficie afectada por movimientos de ladera: > 25%
- Alta. Porcentaje de superficie afectada por movimientos de ladera: 10 - 25%
- Media. Porcentaje de superficie afectada por movimientos de ladera: 5 - 10%
- Baja. Porcentaje de superficie afectada por movimientos de ladera: 1 - 5%
- Muy baja a Nula. Porcentaje de superficie afectada por movimientos de ladera: < 1%

SIMBOLOGÍA GENERAL

- Ríos principales
- Embalses
- Núcleos de población principales
- Límites municipales
- Autovías
- Carreteras principales

ATLAS DE RIESGOS NATURALES EN LA
PROVINCIA DE GRANADA

**Diputación
de Granada**
Red de municipios

**Instituto Geológico
y Minero de España**

Escala 1:600.000
0 10 20 30 km
Base Topográfica: Diputación de Granada

Medidas no Estructurales

Mapas de Susceptibilidad para Desprendimientos:

Determinación del máximo alcance de los bloques. Delimitación del espacio o franja afectada

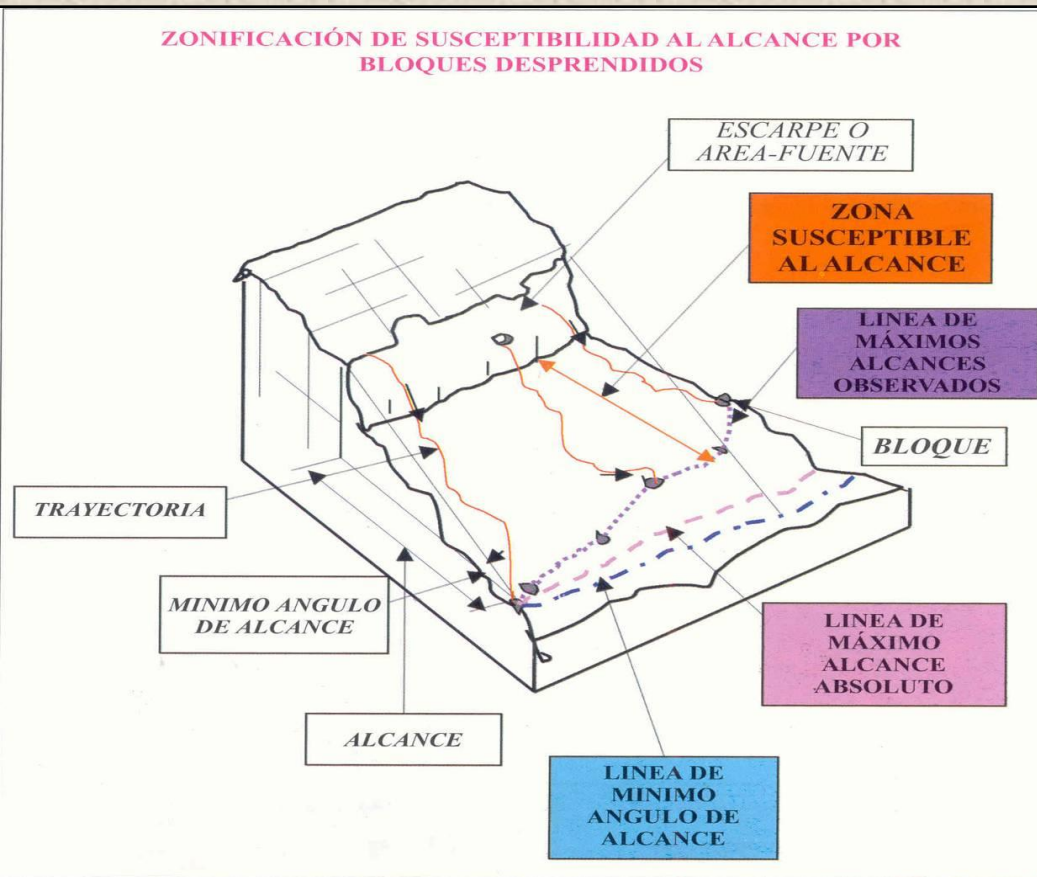
$$\text{Log } H / L = 0,167 - 0,119 \log \text{Vol } (r^2)$$

H / L : tangente correspondiente al “ángulo visual”

H: altura del escarpe

L: alejamiento del bloque

Vol (r^2): volumen del bloque, en función de su radio (esfericidad)



Medidas no Estructurales

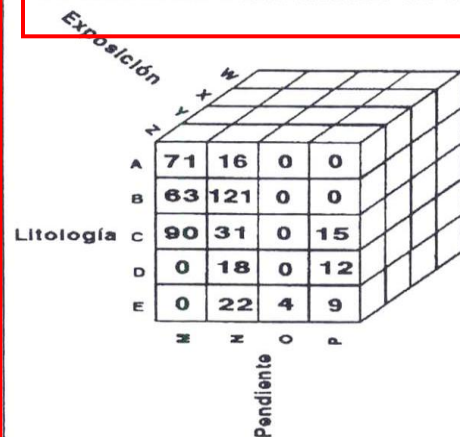
Análisis estadístico Bivariante

Aplicación de técnicas estadísticas en la evaluación de los factores

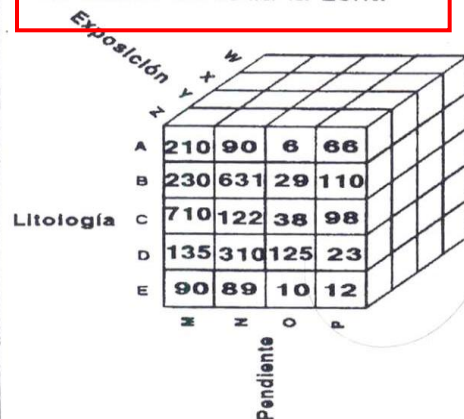
Análisis cruzado de mapas de factores y de densidad de movimientos

Método de la matriz: establece un Índice de susceptibilidad “relativo”

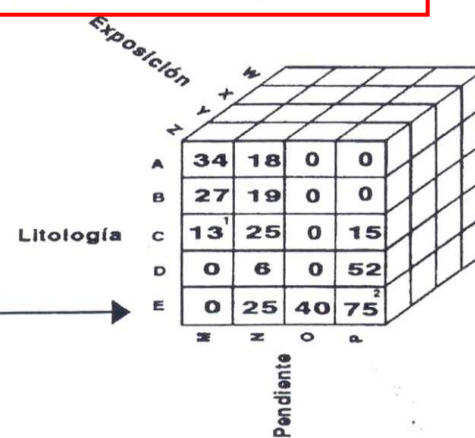
A. Matriz de movimientos de ladera



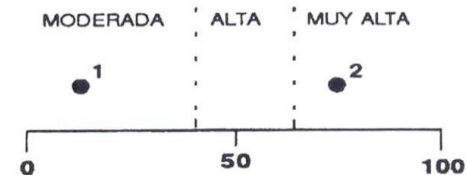
B. Matriz de toda la zona



C. Matriz de susceptibilidad

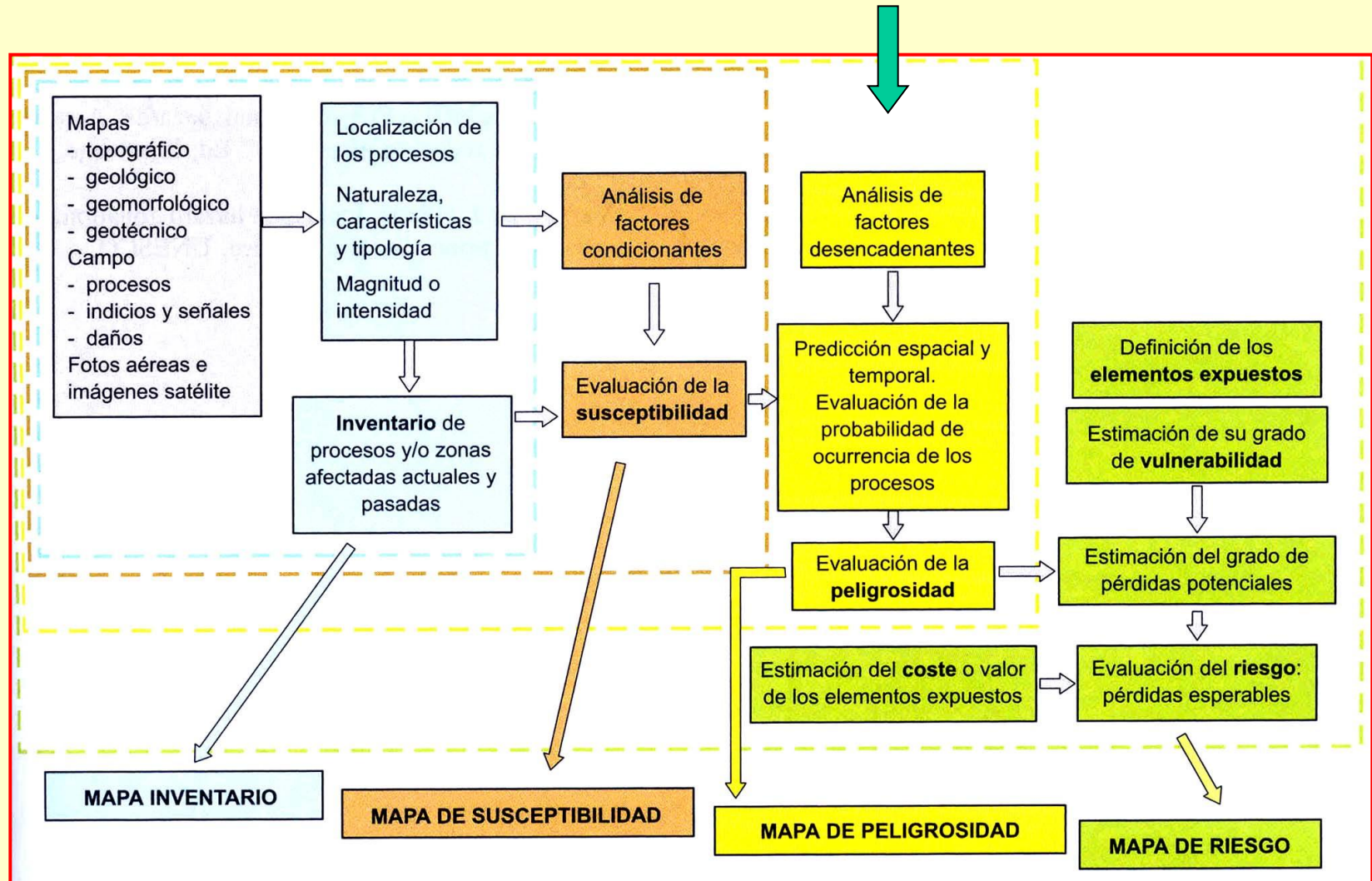


D. Clase de susceptibilidad en cada "celdilla"



1. Litología C, Pendiente M, Exposición Z
2. Litología E, Pendiente P, Exposición Z

ESQUEMA DE LA METODOLOGIA PROPUESTA

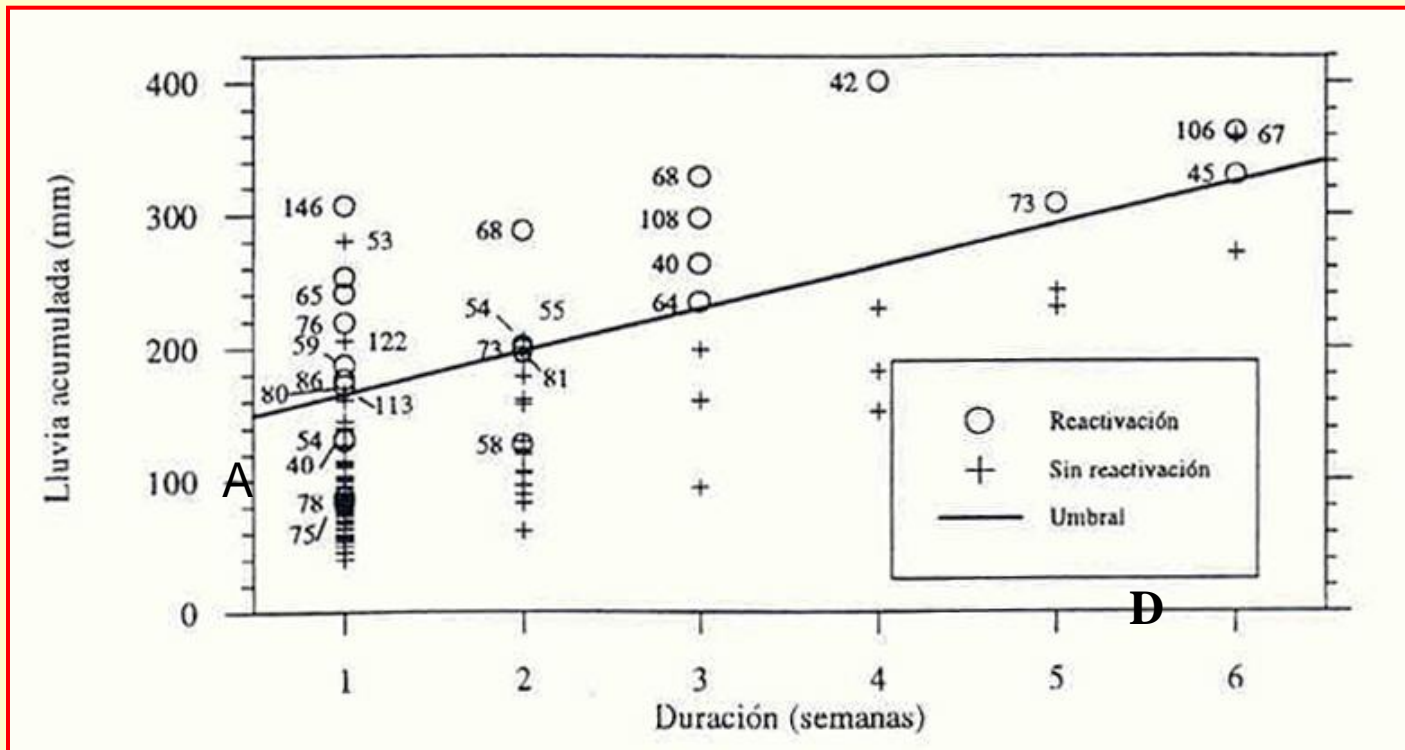


Pasos seguidos en la elaboración de los mapas de movimientos

Medidas no Estructurales

Precipitación acumulada

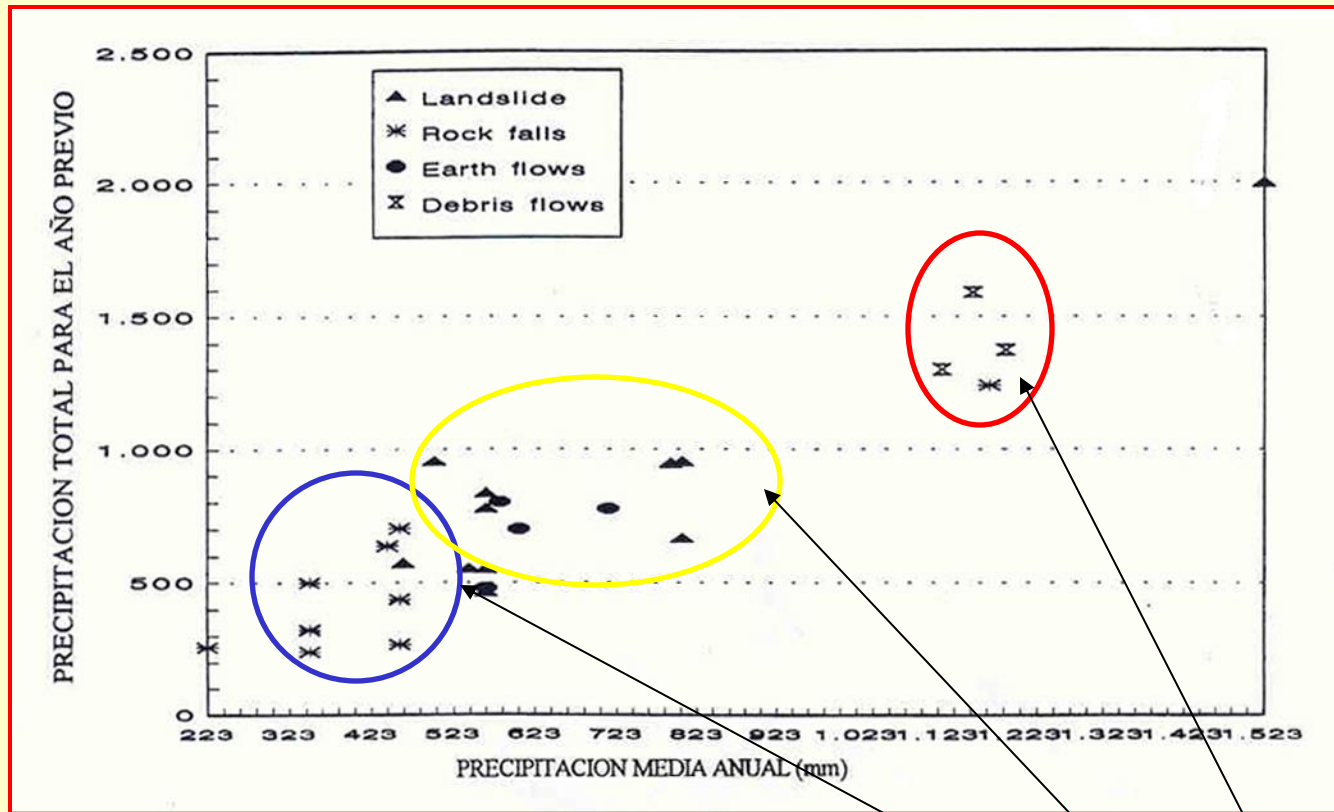
Previsión temporal de la actividad de un determinado proceso, a corto plazo o largo plazo (sistemas de alarma, umbrales, cartografía)



$$A = 32D + 133$$

Para una semana de lluvia acumulada, el umbral estimado, para producir reactivaciones, es de 165mm

Movimientos y Precipitación



Desprendimientos: movimientos “en seco”

Deslizamientos y avalanchas: contenidos intermedios

Flujos: movimientos con mayor contenido en agua

Medidas no Estructurales

Matriz de Peligrosidad

Grado de Actividad:

Grado de preservación de las formas relacionadas con los deslizamientos:
“Recientes”. “Antiguos evidentes”. “Antiguos supuestos”

Indicadores de actividad: Rasgos del terreno que denotan la actividad reciente del movimiento

Magnitud:

Energía cinética de la masa en movimiento (alta, media y baja)

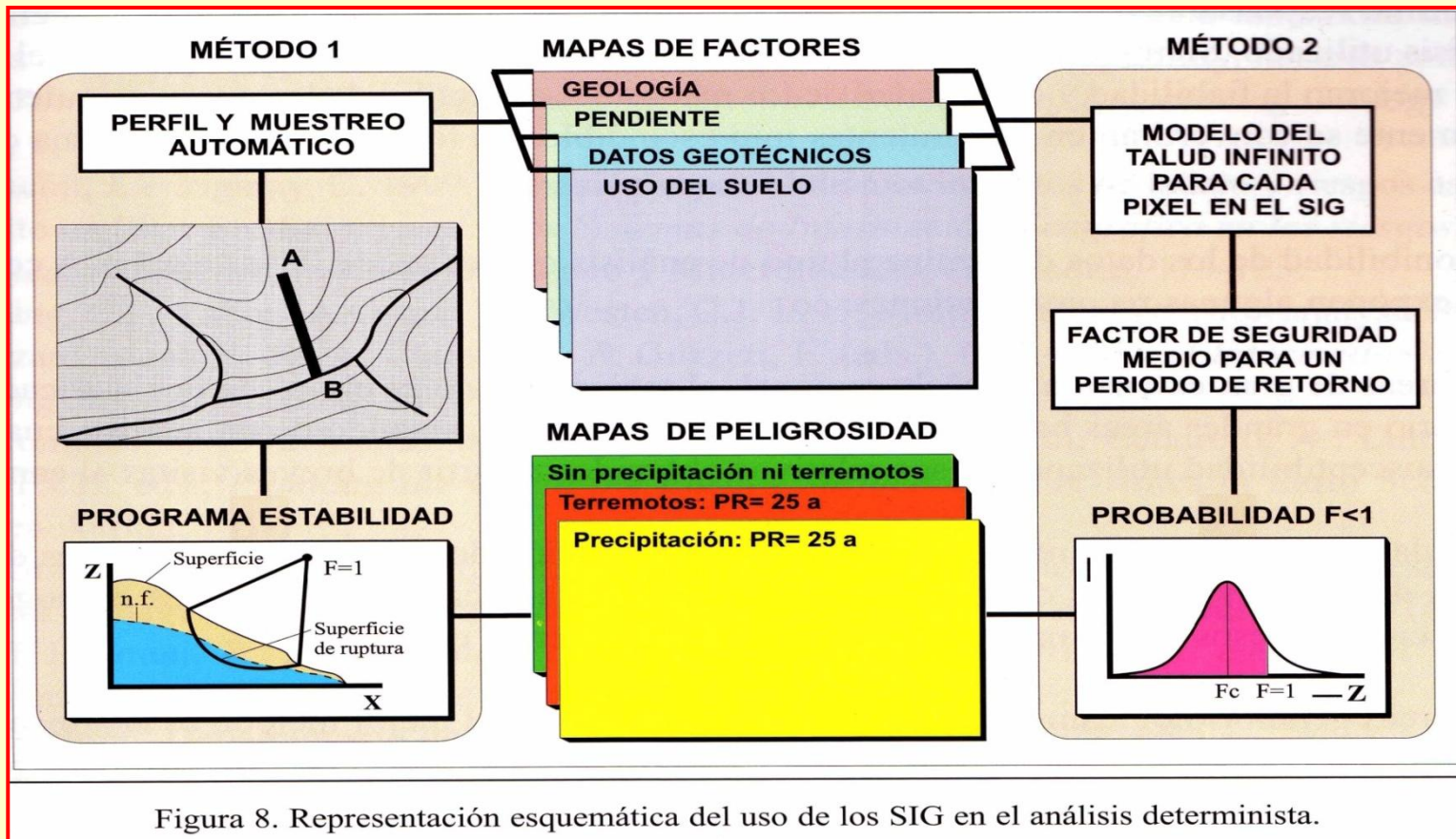
		Actividad			<i>Grado de preservación de los deslizamientos</i>
		Recientes	Antiguos evidentes	Antiguos supuestos	
		Abundantes	Escasos	Escasos o nulos	<i>Indicadores de actividad</i>
Magnitud		Alta	Moderada	Baja	
	Alta	ALTA	ALTA	MEDIA	Peligrosidad

Medidas no Estructurales

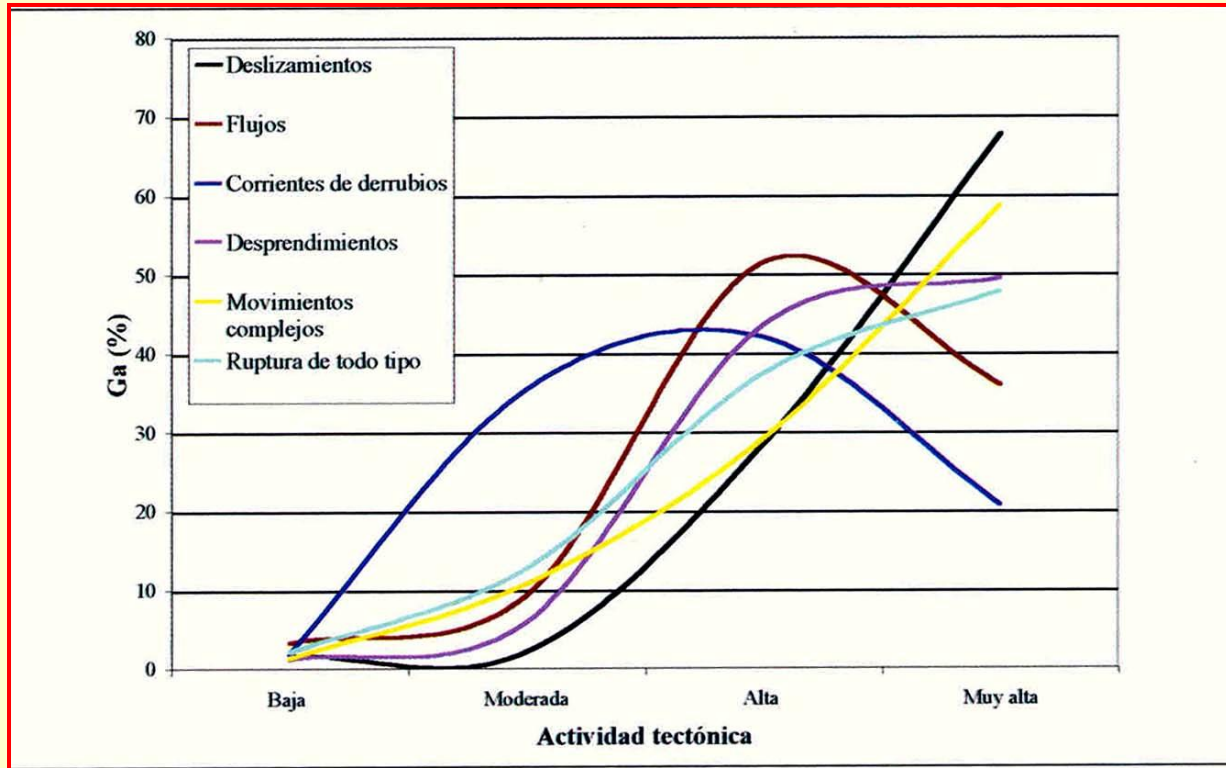
Movimientos sencillos (deslizamientos planos, desprendimientos puntuales)

Conocimiento geotécnico e hidrogeológico del lugar, con aplicación de programas de estabilidad de la ladera (Factor de Seguridad)

Estudios a nivel local, (embalses, obras en corta minera etc)



TECTÓNICA ACTIVA Y MOVIMIENTOS



Método:

Cruzar áreas con evidencias tectónicas recientes, con las cartografías de movimientos de terreno

Mayor grado de ajuste: lo presentan las zonas con actividad tectónica moderada y alta. A excepción de los flujos y las corrientes de derrubios, que aparecen con una distribución “normal”

